

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PT. PLN  
(PERSERO) RAYON MAGELANG KOTA**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1  
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

**Disusun oleh:**

**NAUFALDI RASYID**

**NIM. 20130120149**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2017**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Naufaldi Rasyid

NIM : 20130120149

Jurusan : Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir (Skripsi) ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta,

Yang menyatakan,

Naufaldi Rasyid

NIM. 20130120149

## MOTTO

*"Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah."*

*(Thomas Alva Edison)*

*"Gaji tinggi bukan jaminan kepuasan hidup. Bersyukur, berbagi, dan saling menyayangi, itulah kunci kepuasan hidup."*

*(Bob Sadino)*

*"Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua." (Aristoteles)*

*"Teruslah raih impianmu sesulit apapun itu, karena masih ada masa depan yang menanti."*

*(Oie N Fauzi)*

*"Berangkat dengan penuh keyakinan. Berjalan dengan penuh keikhlasan. Istiqomah dalam menghadapi cobaan. YAKIN, IKHLAS, ISTIQOMAH".*

*"Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk merubah dunia" (Nelson Mandela)*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Karya kecil yang sangat sederhana ini penulis persembahkan kepada:*

*Bapak dan ibuku tercinta yang selalu ada di hatiku dan selalu*

*menyemangati,*

*Keluargaku tercinta dan teman-teman bermain semasa kecil sampai*

*dewasa ini,*

*Teman-teman di UMY,*

*Almamaterku : Kampus Matahari Terbit Universitas Muhammadiyah*

*Yogyakarta.*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Alhamdulillah rabbil'alamini, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat, karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“ANALISIS KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20 KV DI PT. PLN (PERSERO) RAYON MAGELANG KOTA”** yang disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Semoga yang karya sederhana ini dapat bermanfaat dan menjadi kontribusi bagi khasanah ilmu pengetahuan, khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa seperjuangan.

Penulis menyadari dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan dan bimbingan, serta saran-saran yang berharga dari semua pihak. Oleh karena itu dengan tulus hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA
2. Dr. Ir. Gunawan Budiyo, M.P., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4. Ir. Agus Jamal, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 (satu), yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.
6. Muhammad Yusvin Mustar, S.T., M.,Eng. selaku dosen pembimbing 2 (dua), yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.
7. Keluarga, terutama Bapak Sukemi (Bapak kandung penulis) dan Ibu Tri suwarsih (Ibu kandung penulis) yang selalu memberikan do'a dan motivasi.
8. Seluruh dosen program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
9. Teman-teman kelas Elektro C 2013, yang telah banyak memberikan bantuan baik secara fisik maupun non-fisik kepada penulis.
10. Keluarga kontrakan ceria (Alif, Agung Plentung, Cikal, Haryo Si Jenggot Merah, dan Si Boy), yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.
11. Seluruh staf laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
12. Semua pihak yang telah secara tidak langsung membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.



Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, hal ini mengingat kemampuan dan pengalaman dalam penelitian penyusunan tugas akhir ini yang sangat terbatas. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. Tidak ada yang dapat penulis berikan selain ucapan terimakasih atas seluruh bantuan yang telah diberikan.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan informasi. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua, Aamiin.

*Wassalammu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta,

Penulis,

Naufaldi Rasyid

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iv
MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
INTI SARI.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA dan LANDASAN TEORI.....</b>	<b>8</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori.....	10
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	10
2.2.2 Keandalan Sistem Distribusi .....	13
2.2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi indek keandalan sistem distribusi sesuai standart IEEE P1366.....	15
2.2.4 Indeks Keandalan .....	17
2.2.5 Standar Nilai Indeks Keandalan.....	22
2.2.5.1 Standar Nilai Indeks Keandalan SPLN 68-2 : 1986 .....	22



2.2.5.2 Standar Nilai Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003 .....	23
2.2.5.3 Standar Nilai Keandalan WCS (Word Class Service) dan WCC (Word Class Company).....	23
2.2.6 Saluran Transmisi .....	24
2.2.7 Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	26
2.2.7.1 Sistem Jaringan Distribusi Primer.....	28
2.2.7.2 Sistem Jaringan Distribusi Sekunder .....	32
2.2.8 Gardu Induk .....	33
2.2.9 Gangguan Pada Sistem Distribusi.....	35
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>38</b>
3.1 Alat dan Bahan.....	38
3.2 Tempat Penelitian Tugas Akhir .....	39
3.3 Langkah-langkah Penelitian Tugas Akhir.....	39
3.3.1 Studi Pendahuluan .....	41
3.3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	41
3.3.3 Studi Pustaka .....	41
3.3.4 Pengumpulan Data.....	42
3.3.5 Analisis Data.....	43
3.3.5 Penulisan Tugas Akhir.....	44
<b>BAB IV ANALISIS DATA .....</b>	<b>45</b>
4.1 Daftar Penyulang Gardu Induk sanggrahan Magelang Kota .....	45
4.2 Jumlah Pelanggan Pada Setiap Penyulang Gardu Induk Sanggrahan.....	46
4.3 Data Gangguan Setiap Penyulang Gardu Induk Sanggrahan.....	46
4.3.1 Data Gangguan Penyulang Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2013 .	47
4.3.2 Data Gangguan Penyulang Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2014 .	51
4.3.3 Data Gangguan Penyulang Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2015 .	56
4.3.4 Data Gangguan Penyulang Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2016 .	60
4.4 Analisis Perhitungan SAIFI Pada Setiap Penyulang Tahun 2013-2016....	64
4.4.1 Analisis Nilai SAIFI Pada Setiap Penyulang Gardu Induk Sanggrahan.....	70

4.4.1.1 Analisis Nilai SAIFI Berdasarkan Standar PLN Rayon Magelang.....	70
4.4.1.2 Analisis Nilai SAIFI Berdasarkan SPLN No 68-2 1986.....	71
4.4.1.3 Analisis Nilai SAIFI Berdasarkan IEEE std 1366-2003.....	72
4.5 Analisis Perhitungan SAIDI Pada Setiap Penyulang Tahun 2013-2016 ...	73
4.5.1 Analisis Nilai SAIDI Pada Setiap Penyulang Gardu Induk Sanggrahan.....	79
4.5.1.1 Analisis Nilai SAIDI Berdasarkan Standar PLN Rayon Magelang.....	79
4.5.1.2 Analisis Nilai SAIDI Berdasarkan SPLN No 68-2 1986.....	80
4.5.1.3 Analisis Nilai SAIDI Berdasarkan IEEE std 1366-2003.....	81
4.6 Analisis Perhitungan CAIDI Pada Setiap Penyulang Tahun 2013-2016...	82
4.6.1 Analisis Nilai CAIDI Berdasarkan Standar IEEE std 1366-2003....	88
4.7 Beban Puncak Trafo di Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2014 – 2016 .....	89
4.7.1 Beban Puncak Transformator I 60 MVA.....	89
4.7.2 Beban Puncak Transformator III 30 MVA .....	91
4.7.3 Beban Puncak Transformator IV 60 MVA .....	93
4.8 Analisis Beban Puncak Tranformator Gardu Induk Sanggrahan.....	96
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>98</b>
5.1 Kesimpulan .....	98
5.2 Saran .....	99

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar Indeks Keandalan SPLN 68 – 2 : 1986.....	22
Tabel 2.2	Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003.....	23
Tabel 2.3	Standar Indeks Keandalan WCS dan WCC .....	23
Tabel 4.1	Data Penyulang Gardu Induk Sanggrahan .....	45
Tabel 4.2	Jumlah Pelanggan Setiap Penyulang Gardu Induk Sanggrahan .....	46
Tabel 4.3	Data Gangguan Penyulang Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2013 ..	47
Tabel 4.4	Data Gangguan Penyulang Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2014 ..	51
Tabel 4.5	Data Gangguan Penyulang Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2015 ..	56
Tabel 4.6	Data Gangguan Penyulang Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2016 ..	60
Tabel 4.7	Data Frekuensi Gangguan Setiap Penyulang Tahun 2013 – 2016....	64
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Indeks Keandalan SAIFI .....	67
Tabel 4.9	Nilai keandalan SAIFI berdasarkan standar PLN Rayon Magelang	70
Tabel 4.10	Perbandingan Nilai SAIFI GI dengan standar SAIFI SPLN No 68-2 1986 .....	71
Tabel 4.11	Perbandingan Nilai SAIFI GI dengan standar IEEE std 1366-2003.	72
Tabel 4.12	Durasi Gangguan Setiap Penyulang Dari Tahun 2013 - 2016.....	73
Tabel 4.13	Hasil Nilai SAIDI Tahun 2013 - 2016.....	76
Tabel 4.14	Nilai keandalan SAIDI berdasarkan standar PLN Rayon Magelang	79
Tabel 4.15	Perbandingan Nilai SAIDI GI dengan standar SAIDI SPLN No 68-2 1986 .....	80
Tabel 4.16	Perbandingan Nilai SAIDI GI dengan standar IEEE std 1366-2003	81
Tabel 4.17	Data SAIDI dan SAIFI setiap Penyulang Gardu Induk Sanggrahan	82
Tabel 4.18	Nilai CAIDI penyulang di GI Sanggrahan tahun 2013-2016 .....	85
Tabel 4.19	Perbandingan Nilai CAIDI GI dengan standar IEEE std 1366-2003	88
Tabel 4.20	Beban Puncak Transformator I 60 MVA .....	89
Tabel 4.21	Beban Puncak Transformator III 30 MVA.....	91
Tabel 4.22	Beban Puncak Transformator IV 60 MVA .....	93
Tabel 4.23	Rata-Rata Beban Puncak Transformator Gardu Induk Sanggrahan .	95

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	10
Gambar 2.2 Laju kegagalan .....	18
Gambar 2.3 Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi .....	25
Gambar 2.4 Saluran Udara Tegangan Tinggi .....	26
Gambar 2.5 Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah.....	30
Gambar 2.6 Saluran Kabel Tegangan Menengah .....	31
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penyusunan Tugas Akhir .....	40
Gambar 4.1 Grafik gangguan setiap penyulang di Gardu Induk Sanggrahan tahun 2013 .....	50
Gambar 4.2 Grafik gangguan setiap penyulang di Gardu Induk Sanggrahan tahun 2014 .....	55
Gambar 4.3 Grafik gangguan setiap penyulang di Gardu Induk Sanggrahan tahun 2015 .....	59
Gambar 4.4 Grafik gangguan setiap penyulang di Gardu Induk Sanggrahan tahun 2016 .....	63
Gambar 4.5 Grafik Nilai SAIFI Gardu Induk Sanggrahan Tahun 2013-2016....	69
Gambar 4.6 Nilai SAIDI Penyulang Gardu Induk Sanggrahan 2013-2016.....	78
Gambar 4.7 Grafik nilai CAIDI penyulang Gardu Induk Sanggrahan tahun 2013-2016 .....	87
Gambar 4.8 Grafik Rata-Rata Beban Puncak transformator Gardu Induk Sanggrahan .....	96